

## D.T2.2. LÄNDERSPEZIFISCHE PLANUNGSRICHTLINIEN FÜR NAHWÄRMENETZE

---

Deutsche Version

Version 3

08 2020

---





## Inhalt

1. Einführung .....	2
1.1. Erneuerbare Wärmenetze .....	2
1.2. Projektablauf .....	4
1.3. Rechtsfragen und nationalen Beschränkungen.....	4
1.4. Qualitätsmanagement.....	5
2. Machbarkeitsanalyse .....	6
2.1. Vor-Machbarkeitsstudie .....	6
2.2. Detaillierte Machbarkeitsstudie .....	8
3. Detaillierte Planung, Ausschreibung und Bauausführung .....	11
4. Inbetriebnahme und Optimierung .....	12
5. Anhang: Sammlung von Werkzeugen .....	14
6. Quellenangaben.....	17

# 1. Einführung

Die Planungsrichtlinien für Wärmenetze auf Basis von Biomasse und erneuerbaren Energien zielen darauf ab, einen Überblick über das Planungsverfahren von der Projektinitiierung bis zur Inbetriebnahme der Anlage zu geben. Sie basieren auf den Planungsrichtlinien von QM Holzheizwerke, den Erfahrungen der österreichischen und deutschen Projektpartner und anderen EU-Projekten mit Schwerpunkt Fernwärme aus erneuerbaren Energien. Zielgruppe dieses Leitfadens sind potenzielle Betreiber und Investoren von erneuerbaren Fernwärmesystemen.

Eine qualitativ hochwertige Planung wirkt sich stark auf die Effizienz und den wirtschaftlichen Erfolg der Anlage aus. Mögliche Planungsfehler können nach der Errichtung einer Anlage nur mit hohem finanziellen Aufwand oder gar nicht mehr korrigiert werden. Daher ist das Planungs- und Inbetriebnahmeverfahren für den langfristigen Erfolg eines Projekts von entscheidender Bedeutung. Es wird dringend empfohlen, bereits in einer frühen Phase des Projekts erfahrene Planungsexperten hinzuzuziehen, da deren Know-how wertvoll und absolut notwendig ist.

Der Planungsleitfaden des QM Holzheizwerke ist eine umfassendere Version des Planungsverfahrens für biomassebefeuerte-Fernwärme und kann unter [www.qmholzheizwerke.ch](http://www.qmholzheizwerke.ch) heruntergeladen werden.

Das ENTRAIN-Projekt zielt darauf ab, die Fähigkeiten öffentlicher Behörden zur Entwicklung und Umsetzung lokaler Strategien und Aktionspläne zur Förderung der Nutzung heimischer erneuerbarer Energiequellen in Nahwärmenetzen zu erhöhen, unabhängig davon, ob es sich um Solarenergie, Biomasse, Abwärme, Wärmepumpen oder geothermische Energie handelt. Die Umsetzung dieser Aktionspläne wird zu einer Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, zu einer Verbesserung der lokalen Luftqualität, zu sozio-ökonomischen Vorteilen für die lokalen Kommunen durch den Zuwachs an technischem Fachwissen und zu steigenden Investitionen und innovativen Finanzierungsinstrumenten führen. Das Projekt wird von INTERREG CENTRAL EUROPE finanziert.

## 1.1. Erneuerbare Wärmenetze

Wärmenetzsysteme verteilen die in verschiedenen Quellen erzeugte Wärme über isolierte, erdverlegte Rohre an Wohnhäuser, öffentliche und gewerbliche Gebäude. Statt dezentraler Wärmeerzeuger (z. B. ein Gasheizkessel) in jedem Gebäude versorgt das Wärmenetz jedes Gebäude (Verbraucher) mit der erforderlichen Wärme aus Warmwasser, das durch das Wärmenetz fließt.

Wärmenetze bestehen typischerweise aus:

- Zentrale oder verteilte Wärmeerzeugungsanlagen (jede kann mehrere Produktionseinheiten haben), in denen Wärme entweder mit nur einem Brennstoff oder einer Wärmequelle (monovalente Anlagen) oder mit verschiedenen Brennstoffen oder Wärmequellen (bivalente/multivalente Anlagen) erzeugt wird. Jeder Einspeisepunkt in das Wärmenetz verfügt über Netzumwälzpumpen, einen Wärmemengenzähler und eine Temperaturregelung. Optional können die Wärmeerzeugungsanlagen mit Wärmespeichern ausgestattet werden.
- Isolierte, unterirdische Rohre (aus Stahl oder Kunststoff), die Warmwasser in einem geschlossenen Kreislauf durch das Netz führen. Die Rohrleitungen bestehen typischerweise aus einer Vorlaufleitung, die erwärmtes Wasser zu den Verbrauchern transportiert, und einer Rücklaufleitung (parallel zur Vorlaufleitung), die das abgekühlte Wasser zur Wiedererwärmung zurück zu den Heizzentralen transportiert. Zweirohrsysteme und Wasser als Wärmeträgermedium sind die gebräuchlichste Anordnung, wohingegen es nur noch wenige Dampfsysteme gibt und 3- oder 4-Rohrsysteme in der Regel nur für spezielle Anwendungen eingesetzt werden.



- Wärmeübergabestationen (Wärmetauscher, Regel- und Messgeräte, Ventile usw.) zur Übertragung der Wärme aus dem Rohrnetz an jeden an das System angeschlossenen Verbraucher. Die Wärmeübergabestation trennt das Wärmenetz von der Verbraucherseite und ermöglicht eine sichere Wärmeversorgung, Messung/Abrechnung und Regelung. Je nach Größe, technischen Normen und speziellen Anforderungen sind verschiedene Ausführungen von Wärmeübergabestationen anwendbar. Eine direkte Versorgung ist möglich, aber nicht sehr üblich.

Die Nutzung von Biomasse (Hackschnitzel, Rinde, diverse Holzreste, Stroh, etc.) und die dafür benötigten Heizwerke sind eine häufig genutzte Wärmequelle und ein initialer Treiber für erneuerbare Wärmenetze. Sie bestehen typischerweise aus einer oder mehreren Biomasse-Feuerungs- und Kesselanlagen mit Wärmerückgewinnung (z. B. Economizer, Rauchgaskondensation), einem Brennstofflager- und Brennstofftransportsystem, einem Rauchgasreinigungssystem (inkl. Rauchgasventilator, Rohrleitungen und Schornstein) und einem Entschungs- und Lagersystem sowie einem hydraulischen, elektrischen Mess- und Regelungssystem.

Neben Biomasse als einem der Hauptbrennstoffe für derzeitige erneuerbare Wärmenetze gewinnen verschiedene andere erneuerbare Wärmequellen zunehmend an Bedeutung und werden mit Biomasseheizwerken kombiniert oder in andere Fernwärmesysteme integriert, um deren Anteil an erneuerbaren Energien zu erhöhen:

- Solarthermie-Kollektoren
- Direkt nutzbare Abwärme (bei ausreichendem Temperaturniveau) oder durch Wärmepumpen betriebene Nutzung von Niedertemperaturabwärme aus verschiedenen industriellen oder anderen Quellen
- Nutzung der Umgebungswärme (Luft, Seen, Flüsse, oberflächennahe Geothermie) aus Abwasser-/Abwasserbehandlungsanlagen durch Wärmepumpen, ...
- Erdwärme

Obwohl sich diese alternativen Technologien zur Wärmeerzeugung deutlich von Biomasseheizwerken unterscheiden, sind das allgemeine Planungs- und Bauverfahren, die grundsätzlichen Qualitätskriterien und die grundsätzlichen Überlegungen zur Dimensionierung auf Basis des Wärmebedarfs der Verbraucher ähnlich oder vergleichbar. Das ENTRAIN-Projekt liefert Richtlinien für eine vereinfachte Bewertung des Potenzials für erneuerbare Wärme, siehe [www.interreg-central.eu/ENTRAIN](http://www.interreg-central.eu/ENTRAIN)

Auch erneuerbare Wärmenetze können mit Erdgas- oder Ölkesselanlagen als Reserve und/oder zur Abdeckung von Spitzenlasten ausgestattet sein. Je nach Situation kann dies technisch und wirtschaftlich sinnvoll sein, wenn der Anteil fossiler Brennstoffe vernachlässigbar klein bleibt.

## 1.2. Projektablauf

Der Projektablauf zur Planung und Realisierung eines regenerativen Fernwärmesystems beinhaltet verschiedene Aufgaben, die in einer bestimmten zeitlichen Abfolge ablaufen sollten. In jedem dieser Schritte sind bestimmte Akteure beteiligt und verantwortlich:



## 1.3. Rechtsfragen und nationalen Beschränkungen

Planung, Bau und Betrieb von biomassebetriebenen oder erneuerbaren Wärmenetzen betreffen verschiedene Gesetze, Bestimmungen und Normen und erfordern Bau- und Betriebsgenehmigungen. Neben allgemeinen Vorschriften und Normen für die Bereiche Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Elektro- und Heizungstechnik und allgemeinen rechtlichen Aspekten bezüglich der Gründung und Führung eines Wärmeversorgungsunternehmens sind bei der Planung und Erlangung von Bau-, Betriebs- und Umweltgenehmigungen insbesondere die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:



- Brennstoffnormen für Biomasse, Verfügbarkeit spezieller Brennstoffe sowie unterschiedliche Brennstoffqualitäten und Nutzungsrechte
- Verfügbarkeit von Biobrennstoffen, Brennstofflogistik und damit verbundener Platzbedarf für Transport und Entladung sowie potenzielle Lärmbelästigung
- Emissionen (fest, flüssig und gasförmig, Lärm, Geruch), Emissionsgrenzwerte und damit verbundene Anforderungen an die Rauchgasreinigung und Emissionsvermeidung, Emissionsmessstellen im Abgasrohr oder Schornstein, ...
- Aschebehandlung, Verwertung (z. B. als Düngemittel, Zusatzstoff, ...) und Entsorgung
- Allgemeine Sicherheitsvorschriften, spezielle Sicherheitseinrichtungen für Heizwerke
- Arbeits- und Gesundheitsschutz, einschließlich Absturzsicherung, Schutz gegen unbeabsichtigtes Berühren (heiße Oberflächen, Förderbänder, ...), Erstickungsgefahr (z. B. in Brennstofflagern)
- Allgemeiner Brandschutz einschließlich Explosionsschutz (Gas, Staub, ...) und Blitzschutz, baulicher Brandschutz, spezielle Einrichtungen zur Branderkennung und Schutz von Biomassefeuerungen
- Alle technischen und rechtlichen Vorschriften bezüglich Bau und Betrieb von Fernwärmenetzen einschließlich Grunddienstbarkeiten für das Rohrnetz und Anforderungen an die Wasserqualität
- Regelungen zu Ablesungen, Abrechnungen- und Wärmepreisregulierung (falls vorhanden), Datenschutz
- Finanzierungspläne und damit verbundene rechtliche, wirtschaftliche Fragen und technische Kriterien und Beschränkungen
- Mögliche Störungen der Anwohner (Emissionen, Lärm, Geruch, Verkehr, Abgasfahne, ...)
- Erfordernisse der Flächennutzung z. B. für große Solarthermiefelder und Speicher und damit zusammenhängende Fragen;
- Weitere mögliche Aspekte: besondere Umwelanforderungen/-genehmigungen (z. B. besonders geschützte Gebiete, Kompensationsflächen, Umsiedlung von Tieren, besondere Schutzmaßnahmen, ...), Hochwasserschutz, Erhaltung des architektonischen Erbes, Bewertung der Sonnenblendung, ...
- Der Einsatz anderer Wärmequellen wie Abwärme, Wärmepumpen, oder geothermischer Energie kann zusätzliche rechtliche Probleme, Genehmigungen oder Auflagen mit sich bringen, die einzeln geprüft und berücksichtigt werden müssen.

Da die Vorschriften und Normen von Land zu Land unterschiedlich sind, können sie in diesen Planungsrichtlinien nicht ausgeführt werden. Es liegt in der Verantwortung der Experten/Planer, die entsprechenden Vorschriften und Normen des jeweiligen Landes zu kennen und anzuwenden, die Beantragung von Bau- und Betriebsgenehmigungen zu unterstützen und sicherzustellen, dass die Planung und der Bau der Anlage dem Stand der Technik entsprechen.

Darüber hinaus raten wir dringend dazu, zu prüfen, ob es andere besondere nationale Auflagen gibt, die das technische Konzept einer Biomasse- oder erneuerbaren Fernwärmanlage beeinflussen können und die möglicherweise besonders berücksichtigt werden müssen.

Die in diesen Richtlinien verwendeten Begriffe können von Land zu Land variieren. Bitte ziehen Sie bei Unklarheiten die Autoren, Literatur oder Ihren Planungsexperten hinzu.

## 1.4. Qualitätsmanagement

Biomassebasierte und erneuerbare Wärmenetze sind Infrastrukturprojekte mit hohen Anfangsinvestitionen und langen Lebens- und Amortisationszeiten. Die Komplexität der Planung und Investition bringt zahlreiche Risiken mit sich. Das Qualitäts-Management-System für Holzheizwerke ([QM Holzheizwerke®](#)) ist ein



projektbezogenes Qualitäts-Management-System (QM), das Anlagenbetreibern hilft, die gewünschte Qualität tatsächlich zu erhalten und diese Risiken zu reduzieren. Qualitätsmanagement zahlt sich also aus.

Das QM für Biomasseheizwerke für Wärmenetze ist das Ergebnis einer grenzüberschreitenden Zusammenarbeit. Das Entwicklerteam der ARGE QM Holzheizwerke besteht aus Experten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, die kontinuierlich an der Verbesserung des Systems arbeiten.

Die wichtigsten Qualitätsziele des QM für Biomasseheizwerke sind

- zuverlässiger, wartungsarmer Betrieb
- hohe Auslastungsquoten und geringe Verteilungsverluste
- niedrige Emissionen unter allen Betriebsbedingungen
- präzise und stabile Steuerungssysteme
- ökologische und wirtschaftliche Nachhaltigkeit

## 2. Machbarkeitsanalyse

### 2.1. Vor-Machbarkeitsstudie

Verantwortliche: Planer, Energieagentur/-berater, Investor

Vor-Machbarkeitsstudien sind ein frühes strategisches Planungsstadium, um potentielle Versorgungsgebiete und potentielle Wärmequellen zu identifizieren oder zu bewerten und um grob zu prüfen, ob ein Fernwärmeprojekt durchführbar sein könnte.

Das Ergebnis ist eine Informationsbasis, auf der entschieden wird, ob weitere Schritte unternommen werden sollen, wie z. B. die Durchführung einer detaillierten Machbarkeitsstudie. Eine Vor-Machbarkeitsstudie ist nicht ausreichend, um über die Realisierung einer Anlage zu entscheiden!

Der erste Schritt der Voranalyse ist eine indikative Ermittlung und Kartierung des Wärmebedarfs aller Verbraucher (Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme) innerhalb eines potenziellen Versorgungsgebietes.

Die genaue Abschätzung des Wärmebedarfs ist eine zeitintensive Maßnahme, insbesondere für eine große Anzahl von Verbrauchern. Daher sollte der Aufwand in diesem Stadium begrenzt werden, um die vielversprechendsten Gebiete mit hohem Wärmebedarf zu finden und sich auf größere Verbraucher zu konzentrieren. Der vorgeschlagene Ansatz besteht in der Nutzung bereits verfügbarer (oft kostenloser) Instrumente und leicht zugänglicher Daten (z. B. Energieausweise). Eine Beschreibung frei verfügbarer GIS-Werkzeuge und verschiedener einfacher Methoden zur Wärmebedarfsberechnung finden Sie im Dokument Wärmebedarfsabschätzung, Anhang: Sammlung von Werkzeugen. Eine detaillierte Bestimmung des Wärmebedarfs einschließlich des Besuchs aller Verbraucher zur Bewertung ihrer Daten ist Teil der detaillierten Machbarkeitsstudie, aber es ist ratsam, einige der wichtigsten Hauptverbraucher zu kontaktieren, um ihren Wärmebedarf und ihr Interesse am erneuerbaren Wärmenetz zu überprüfen.

Bei Kenntnis des Wärmebedarfs der einzelnen Verbraucher kann die Wärmebedarfsdichte als ein erstes Kriterium zur Bewertung des Gebiets hinsichtlich seiner Eignung für Fernwärme bestimmt werden. Die Wärmebedarfsdichte in  $\text{kWh}/(\text{a}\cdot\text{m}^2)$  ist definiert als das Verhältnis zwischen dem jährlichen Wärmebedarf der Verbraucher im potenziellen Versorgungsgebiet in kWh und der betrachteten Gesamtfläche in  $\text{m}^2$ .

Eine erste Beurteilung zur Eignung und die Identifizierung von Kernbereichen kann durch den Vergleich der ermittelten Wärmebedarfsdichten des Gebietes mit den Referenzwerten der folgenden Tabelle erfolgen.

### Referenzwerte der Wärmebedarfsdichte zur Bewertung von mögliche Gebiete für Wärmenetze (Good et al., 2008)

Eignung des Fernwärmesystems	Wärmebedarfsdichte in kWh/(a*m <sup>2</sup> )
Niedrig	< 50
Bedingt	50 - 70
Hoch	> 70

Neben der Ermittlung des Wärmebedarfs muss auch eine Untersuchung möglicher Wärmequellen innerhalb oder in der Nähe des potenziellen Versorgungsgebietes durchgeführt werden. Ein Biomasseheizwerk könnte als Ausgangspunkt dienen, sofern innerhalb einer bestimmten Entfernung (z. B. 50 km, allerdings in Abhängigkeit von Anlagengröße und Brennstoffqualität) geeignete Biomasseressourcen zur Verfügung stehen. Es wird jedoch dringend empfohlen, mit der Evaluierung der Potenziale von Abwärme-, thermischen Solar- und Wärmepumpenanwendungen zu beginnen. Die Bestimmung potenzieller Wärmequellen hat einen starken Einfluss auf erste wirtschaftliche Überlegungen und die Bestimmung potenzieller Anlagenstandorte.

Der nächste Schritt ist der Entwurf einer potentiellen Leitungsführung des Rohrnetzes unter Berücksichtigung der Hauptproduktionsstandorte und der potentiellen Verbraucher, wobei der Schwerpunkt auf Gebieten mit hoher Wärmedichte und Großverbrauchern liegt. Auf dieser Grundlage kann die längenbezogene Wärmebedarfsdichte (kWh/a\*m) berechnet werden. Sie ist definiert als das Verhältnis zwischen dem jährlichen Wärmebedarf der angeschlossenen Verbraucher und der insgesamt erforderlichen Trassenlänge des Fernwärmenetzes in m.

Wärmenetze mit einer längenbezogenen Wärmebedarfsdichte über > 1,2 MWh/(a\*m) sind vielversprechend und sollten weiter evaluiert werden. Dies hängt jedoch von den spezifischen Randbedingungen und der Ausbaustufe ab. Günstige Randbedingungen, die niedrigere lineare Wärmebedarfsdichten ermöglichen, bedeuten z. B. niedrige Baukosten für den Rohrleitungsbau oder niedrige Brennstoffpreise.

### Richtwerte für die minimal erforderliche lineare Wärmedichte eines Fernwärmesystems (Good et al., 2008).

Anschlussgrad	Minimaler akzeptabler Wärmebedarf lineare Dichte in kWh/(a.m)	
	Günstige Randbedingungen	Ungünstige Randbedingungen
Erste Ausbaustufe	0,7	1,4
Finale Ausbaustufe	1,2	2,0

Auf der Basis dieser grundlegenden Ergebnisse ist ein erfahrener Experte in der Lage, ein grobes Konzept einer möglichen Heizwerkskonfiguration unter Berücksichtigung potenzieller Wärmequellen und -erzeuger und der Anlagengröße festzulegen. Anhand der spezifischen Investitionskosten für Wärmeerzeuger, Bauarbeiten und Rohrnetz kann eine erste indikative, wirtschaftliche Bewertung vorgenommen werden. Aufgrund des frühen Planungsstadiums und der damit verbundenen notwendigen Annahmen und Unsicherheiten ist die technische und wirtschaftliche Bewertung in diesem Stadium jedoch nur indikativ, ungenau und erlaubt keine endgültige Investitionsentscheidung. Wenn die Ergebnisse der Vor-Machbarkeitsstudie vielversprechend sind, wird dringend empfohlen, eine detaillierte Machbarkeitsstudie für das Fernwärmesystem gemäß Kapitel 2.2 durchzuführen.

## 2.2. Detaillierte Machbarkeitsstudie

**Verantwortliche: Erfahrene Planer (technische Berater)**

Die detaillierte Machbarkeitsstudie zielt auf die Entwicklung umsetzbarer technischer Konzepte auf der Grundlage einer zuverlässigen Wärmebedarfsermittlung und definierter Rahmenbedingungen ab und liefert eine umfassende wirtschaftliche Bewertung dieser Konzepte.

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie ermöglichen den Investoren die Entscheidung, ob das Fernwärme-Projekt realisiert werden soll oder nicht.

Ausgangspunkt sind die bereits in der Vorstudie ermittelten Daten und Ergebnisse, die weiter ausgewertet und validiert und in detaillierte technische Konzepte überführt werden. Es wird empfohlen, mehrere unterschiedliche Konzepte zu entwickeln (z. B. Wärmequellen, technischer Aufbau und Dimensionierung von Anlage und Netz, Anlagenstandorte, Netzführung, ...) und diese zu bewerten und zu vergleichen, um die beste Option zu finden.

Es ist von großer Bedeutung, Zeit und Geld in eine detaillierte Machbarkeitsstudie zu investieren, um die beste technische und wirtschaftliche Lösung zu finden, Investitionsrisiken zu minimieren und eine verlässliche Grundlage für weitere Entscheidungen zu erhalten, die den Erfolg eines Projektes maßgeblich beeinflussen. Daher wird dringend empfohlen, für diese Aufgabe professionelle und erfahrene Planer einzusetzen.

### **Verfeinerung der verfügbaren Datensätze**

Der erste Schritt ist die Überarbeitung und Validierung des Wärmebedarfs (jährlicher Wärmebedarf, installierte Heizleistung und Betriebstemperaturen), um die Unsicherheit der Ergebnisse zu verringern. Daher ist eine detaillierte Wärmebedarfsermittlung für die in der Vor-Machbarkeitsstudie ermittelten Versorgungsgebiete erforderlich. Es wird dringend empfohlen, potenzielle Kunden zu besuchen und die erforderlichen Daten direkt bei ihnen zu erheben (z. B. Brennstoff-/ Energieabrechnungen). Zu diesem Zweck kann ein Fragebogen zu Verbraucherdaten verwendet werden (z. B. der von QM Heizwerke, siehe Anhang: Sammlung von Werkzeugen). Bei neu errichteten Gebäuden kann der jährliche Wärmebedarf nach standardisierten Methoden, z. B. EN ISO 13790, berechnet werden. Fehlende Informationen sollten unter Verwendung anderer Methoden und fundierter Annahmen auf der Grundlage verfügbarer Informationen wie z. B. Gebäudetyp, Baujahr, Anzahl der Bewohner, bekannte Informationen (z.B. Heizleistung) von ähnlichen Objekten (siehe Anhang: Werkzeugsammlung) ergänzt werden. Darüber hinaus muss das potenzielle Interesse jedes Verbrauchers am Anschluss an das Fernwärmenetz bewertet werden. Spätestens bevor eine endgültige Investitionsentscheidung getroffen wird, sollten mindestens 75 % des erwarteten Wärmeverkaufs durch Wärmelieferverträge oder Vorverträge abgesichert sein.

### **Entwurf des Wärmenetzes**

In dieser Planungsphase müssen die voraussichtlichen Standorte von Heizwerken und anderen Wärmequellen bestimmt werden. Die notwendigen Grundstücke sollten, wenn nötig und möglich, durch eine Vorverträge gesichert werden. In Kenntnis der Lage und des Wärmebedarfs der Verbraucher sowie der Lage von Heizwerken oder Wärmequellen kann eine Vorplanung des Wärmenetzes (Trassenführung, Dimensionierung der Leitungen) erfolgen. Dazu sind allgemeine Überlegungen anzustellen:

- Das Rohrnetz sollte so kurz wie möglich sein, um Investitionskosten, Wärmeverluste und Pumpkosten zu reduzieren.
- Heizwerk und Wärmequellen sollten so nah wie möglich an den Verbrauchern (insbesondere großen) sein. Es sind jedoch noch einige andere Aspekte zu berücksichtigen, darunter der Grundstückspreis, die Brennstofflogistik (z. B. Zugangsbeschränkungen für Lastwagen), der Zugang zur Basisinfrastruktur

(Stromnetz, Wasserversorgung, Kanalisation usw.), die Mindestentfernung zu den Anwohnern, Umweltbeschränkungen und andere (siehe Kapitel 1.3).

- Die grundsätzliche Dimensionierung der Rohre basiert auf der erforderlichen Wärmetransportkapazität der einzelnen Rohre oder Netzabschnitte (bezogen auf die Kapazität und den Standort von Verbrauchern und Erzeugern), den Systemtemperaturen (Temperaturdifferenz) und empfohlenen maximalen Strömungsgeschwindigkeiten oder einem spezifischen Druckabfall (in Pa/m), der aus der Literatur oder technischen Normen abgeleitet werden kann. Letztendlich handelt es sich um eine komplexe technisch-wirtschaftliche Optimierungsaufgabe, bei dem Investitionen und Kosten für Wärmeverluste und Pumpen gegeneinander abgewogen werden müssen, während verschiedene andere Einflussfaktoren ebenfalls berücksichtigt werden müssen (z. B. die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs und des Versorgungsgebiets). Für die Machbarkeitsstudie ist eine grundlegende Auslegung und Dimensionierung zur Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten ausreichend. Für die Detailplanungsphase wird jedoch eine umfassende Berechnung und Optimierung des Netzes mit Hilfe einer dafür entwickelten Software dringend empfohlen.
- Gedämmte Fernwärmerohre sind Stand der Technik. Ob Stahl- oder Kunststoffrohre verwendet werden, hängt von der jeweiligen Systemtemperatur, dem Systemdruck sowie anderen Einflussfaktoren ab und muss individuell entschieden werden. Dasselbe gilt für die Wahl des Dämmstandards der Rohre, allerdings erfordern heutzutage gebaute Netze oder Netzerweiterungen in der Regel sehr hohe Dämmstandards.
- Hersteller bieten Standardausführungen für Wärmeübergabestationen bis zu 200 kW oder größer an, die an spezielle Anforderungen (z. B. Messtechnik) angepasst werden können. Für größere Verbraucher oder Verbraucher mit besonderen Anforderungen kommen individuelle Ausführungen zur Anwendung (Umfang der Detailplanungsphase).

Beachten Sie, dass die Investitionskosten des Fernwärmenetzes einen wesentlichen Teil der Gesamtinvestitionskosten ausmachen. Eine optimale Auslegung ist daher von großer Bedeutung und beeinflusst in hohem Maße die wirtschaftliche Durchführbarkeit des Projekts.

### **Entwicklung der Wärmeproduktion**

Die Entscheidung, welche Wärmequellen eingesetzt werden, hängt von der Verfügbarkeit, den Kosten und vielen weiteren Einflussfaktoren (z. B. Entfernung zum Netz, Versorgungsprofil, Temperaturniveau) ab. Dies erfordert eine individuelle Beurteilung durch Experten unter Berücksichtigung der örtlichen Situation. Es wird daher dringend empfohlen, alle erneuerbaren Optionen in Betracht zu ziehen. Es gibt einen klaren Trend zur Nutzung aller lokal verfügbaren Wärmequellen. Daher sollte keine Option ohne detaillierte Bewertung ausgeschlossen werden. Die Entwicklung detaillierter, technischer Konfigurationen der Wärmeerzeugungsanlagen ist eine komplexe Aufgabe, die von Experten durchgeführt werden muss. Allgemeine Überlegungen sind jedoch:

- Die Hauptanforderungen an die Wärmeerzeugung sind hohe Effizienz, minimaler Ressourceneinsatz, minimale Emissionen, hohe Zuverlässigkeit und Versorgungssicherheit sowie minimierte Erzeugungskosten.
- Die Dimensionierung von Heizkesseln und anderen Erzeugungsanlagen hängt stark vom Lastprofil des Wärmenetzes ab (kumuliertes Profil aller Verbraucher). Im Zusammenspiel aller Erzeugungsanlagen (z. B. Biomasse & Solarthermie) und Speicher muss das notwendige Wärmelastprofil zu jedem Zeitpunkt abgedeckt werden. Jede Erzeugungsanlage hat jedoch Randbedingungen hinsichtlich des Versorgungsprofils, der Minimal bzw. Maximallast, des Teillastverhaltens und der Lastwechselgradienten, der erforderlichen An- und Herunterfahrzeiten und vieles mehr, die berücksichtigt werden müssen.

- Betriebszustände außerhalb der definierten Grenzen jeder einzelnen Erzeugungsanlage (z. B. unter der Mindestlast, häufiges takten) und Wechselwirkungen zwischen Erzeugungsanlagen, die solche Betriebszustände oder andere negative Auswirkungen verursachen, sind unbedingt zu vermeiden.
- Die Konfiguration und Dimensionierung sollte eine hohe betriebliche Flexibilität ermöglichen (z. B. ist eine Mehrkesselanlage wesentlich flexibler als eine Einzelkesselanlage) und zukünftige Erweiterungen zulassen.
- Überdimensionierte Anlagen führen zu niedrigen Volllastbetriebsstunden, hohen Investitionskosten bzw. geringer Kapitalausnutzung sowie zu einem niedrigen Wirkungsgrad und verschiedenen anderen Betriebsproblemen.
- Biomasseheizwerke sollten über ein vordefiniertes Brennstoffversorgungskonzept verfügen, um die zukünftige Brennstoffverfügbarkeit sicherzustellen und die Brennstoffqualität zu definieren, um eine geeignete Lagerungs-, Förder- und Verbrennungstechnologie sowie Brennstoffkosten zu erhalten.

### **Wirtschaftliche Beurteilung und Sensitivitätsanalyse**

Nach der Auslegung des Wärmenetzes und der Wärmeerzeugungsanlagen können alle relevanten Investitions- und Betriebskosten im Detail ermittelt und eine wirtschaftliche Bewertung der verschiedenen Anlagenkonzepte vorgenommen werden. Auch wenn es verschiedene vereinfachte Berechnungsmethoden gibt, empfehlen wir nachdrücklich die Verwendung eines dynamischen Cash-Flow-Modells zur Berechnung der Amortisationszeit der Investitionen. Zusätzlich können die Wärmeerzeugungskosten mit einer Annuitätenmethode berechnet werden. In jedem Fall ist eine seriöse und geprüfte Definition der Investitions- und Betriebskosten erforderlich, die alle Aspekte sowie zukünftige Re-Investitionen berücksichtigt. Ebenfalls nicht vergessen werden dürfen die Kosten für Planung, kontinuierliche Wartung, angemessene Personalkosten, Fahrzeuge (falls erforderlich), Finanzierungskosten und andere Kosten. Das im Anhang: Sammlung von Tools aufgeführte Excel-Tool "Wirtschaftlichkeitsrechnung" kann zur Durchführung einer solchen detaillierten Wirtschaftlichkeitsberechnung verwendet werden.

Zu beachten ist, dass die Zuverlässigkeit der erzielten Ergebnisse stark von den Eingabedaten abhängt. Deshalb ist es wichtig, dass ein erfahrener Planer für diese Berechnung verantwortlich ist und dass alle Eingabedaten vom Investor kritisch geprüft und validiert werden. Um die Einnahmen aus dem Wärmeabsatz berücksichtigen zu können, muss ein Tarifmodell für den Wärmeabsatz definiert werden. Eine Analyse der lokalen Wärmepreise hilft bei der Festlegung eines wettbewerbsfähigen Wärmepreises. Das im Anhang: Sammlung von Tools aufgeführte Excel-Tool "Kostenvergleich" kann zur Durchführung dieser Analyse verwendet werden. Eine Sensibilitätsanalyse hilft zu verstehen, welches die wichtigsten Einflussparameter sind, Best/Worst-Case-Szenarien zu evaluieren, die minimal erforderlichen Einnahmen (Wärmepreis) oder einen maximalen Brennstoffpreis zu bestimmen.

Die Berücksichtigung lokaler Randbedingungen wie mögliche Subventionen und Synergien mit anderen Projekten (z. B. geteilte Kosten für den Netzbau, wenn andere Bauarbeiten für Straßen/Infrastrukturen im Gange sind).

### **Endbewertung und Investitionsentscheidungen**

Die verschiedenen technischen Entwürfe (Szenarien) und die wirtschaftliche Bewertung bilden die Grundlage für den Entscheidungsprozess. Jeder relevante Aspekt des Projekts, der bisher nicht berücksichtigt wurde oder nicht geklärt werden konnte (z. B. ausstehende Vereinbarungen über die Rohrverlegung auf privatem Land, Unterzeichnung von Wärmeabnahmeverträgen, Sicherung der benötigten Grundstücke durch vorläufige Vereinbarungen), muss vor einer endgültigen Entscheidung geklärt werden. Sobald eine Investitionsentscheidung getroffen ist und die Wärmelieferung mit der Mehrheit der Kunden vertraglich garantiert ist, kann mit der Detailplanung und Realisierung des Projektes begonnen werden.

### 3. Detaillierte Planung, Ausschreibung und Bauausführung

Verantwortliche: Erfahrene Planer, Hersteller

Ziele: Entwicklung des endgültigen technischen Konzepts und Erstellung aller erforderlichen technischen Unterlagen für die Beantragung von Genehmigungen und den Bau der Anlage; Vergabe aller erforderlichen Aufträge an Hersteller und Unternehmen für den Bau der Anlage und des Netzes; Überwachung des Baus;

Ergebnisse: Alle erforderlichen Genehmigungen für Bau und Betrieb der Anlage sind erteilt. Die Anlage und das Netzwerk sind fertig gestellt und bereit für die Inbetriebnahme.

Zunächst muss das technische Konzept der Machbarkeitsstudie überarbeitet und validiert werden. Dies ist die Grundlage für die Erstellung von Unterlagen für die Beantragung von Genehmigungen, die von der jeweiligen nationalen Gesetzgebung abhängen (Einzelheiten siehe Kapitel 1.3) und für die Ausschreibung. Bei der Ausschreibung ist zunächst zu entscheiden, ob ein Generalunternehmer mit dem Bau der Gesamtanlage beauftragt wird oder ob einzelne Teile der Arbeiten ausgeschrieben werden. Beide Optionen haben Vor- und Nachteile und müssen sorgfältig abgewogen werden. Die Beauftragung eines Generalunternehmers reduziert den Koordinationsaufwand und die Investitionskosten sind nicht unbedingt höher, aber es muss sichergestellt werden, dass eine sorgfältige und seriöse Planung durchgeführt wird und dass der Generalunternehmer ein erfahrener Experte mit ausgewiesenen Referenzen ist. Im Falle einer Einzelausschreibung wird der Gesamtumfang der Arbeiten in sinnvolle Abschnitte wie Bauarbeiten, Rohrleitungen und Wärmeübergabestationen für das Fernwärmenetz und z. B. Bauarbeiten, Feuerungs-/Kesselanlage einschließlich Brennstoffbeförderung, Aschebeseitigung und Rauchgasanlagen, hydraulische Installationen und Elektroinstallationen unterteilt. Individuelle Ausschreibungen ermöglichen mehr Flexibilität und mehr Beteiligung an der Entscheidungsfindung (z. B. bei der Auswahl von Herstellern und technologischen Optionen). Neben allgemeinen Geschäftsbedingungen müssen bei beiden Ausschreibungsverfahren der gesamte Lieferumfang einschließlich einer umfassenden Dokumentation der Anlage (Handbücher, Wartungsanleitungen, technische Datenblätter, technische Zeichnungen, Verschleiß- und Ersatzteillisten) und die gegenseitigen Verantwortlichkeiten genau definiert werden. Es wird dringend empfohlen, nachweisbare Qualitäts- und Leistungskriterien aufzunehmen, das Verfahren der Funktionsprüfung zu definieren und damit verbundene Garantien (z. B. für Wärmeleistung, Emissionen, etc.) einzubeziehen. Die Ausschreibung sollte Vertragsstrafen enthalten, die auf Meilensteinen im Zeitplan basieren (z. B. wenn sich die Lieferung zur Baustelle verzögert) und wenn wesentliche Qualitäts- oder Leistungsparameter nicht erfüllt werden. Der Vertrag sollte finanzielle Rücklagen enthalten, die während der gesamten Garantiezeit gültig sind. Die Auszahlung dieser Rücklagen sollte möglich sein, wenn eine Bankgarantie vorhanden ist. Details und offene Fragen sollten ausgehandelt und in den endgültigen Vertrag aufgenommen werden.

Wenn alle wesentlichen Teile bestellt sind, führt der Hauptplaner zusammen mit den Herstellern die Detailplanung durch und erstellt alle für den Bau erforderlichen Layout- und Konstruktionspläne und Unterlagen. Die Koordination der Schnittstellen, Anschlusspunkte und der individuellen Anforderungen der einzelnen Anlagenteile (insbesondere wenn diese von verschiedenen Parteien hergestellt und geliefert werden) einschließlich der Abmessungen ist entscheidend und sollte mit großer Sorgfalt erfolgen. Der Hauptplaner ist in der Regel für die Bauüberwachung verantwortlich und koordiniert einen allgemeinen Zeitplan, alle beteiligten Parteien und die gesamten Bauarbeiten. Eine strenge Bauaufsicht hilft sicherzustellen, dass die Anlage wie geplant gebaut wird und trägt dazu bei, eine korrekte Durchführung und eine hohe technische Qualität zu erreichen. Der Hauptplaner oder ein speziell engagierter Sicherheitskoordinator ist für die Einhaltung aller Sicherheitsvorschriften und -maßnahmen auf der Baustelle verantwortlich. Der Bauleiter muss Aufzeichnungen über die gesamte Bauphase führen und über Verzögerungen, Abweichungen oder andere auffällige Vorkommnisse berichten und sich um Unklarheiten

oder Unstimmigkeiten kümmern. Im Falle von Mängeln bei der Ausführung der Anlagen sind unverzüglich Maßnahmen zu ergreifen, um diese zu beheben. Die Fertigstellung einzelner Anlagenteile muss unverzüglich gemeldet werden, um mit der Vorbereitung und Koordination der Inbetriebnahme beginnen zu können.

## 4. Inbetriebnahme und Optimierung

Verantwortliche: Hersteller, erfahrene Planer und Betreiber

Die Inbetriebnahme ist der Prozess, mit dem sichergestellt wird, dass alle Systeme und Komponenten einer Anlage entsprechend den betrieblichen Anforderungen des Endkunden ausgelegt, installiert, getestet, betrieben und gewartet werden und muss für neue Anlagen und bestehende Anlagen nach einer Erweiterung oder Umrüstung angewendet werden. Betriebsoptimierung ist die Bewertung der frühen Betriebsphase und die Optimierung der Betriebsparameter und der Regelungsstrategie, um einen hohen Wirkungsgrad, eine lange Lebensdauer der Anlage sowie niedrige Emissionen zu gewährleisten.

### Vor-Inbetriebnahme und Systemprüfung

Die erste Phase der Inbetriebnahme findet nach der mechanischen und elektrischen Fertigstellung der Anlage statt und umfasst erforderliche Aufgabe zur Vorbereitung des Systemanlaufs einschließlich einer Endkontrolle, ob die wichtigsten Anlagenkomponenten (insbesondere Rohrleitungen) wie geplant verbaut sind, Sicherheitseinrichtungen installiert und betriebsbereit sind sowie Reinigung, Befüllung und Entlüftung der Systeme und einen Leckagetests. Für die Inbetriebnahme von Biomassefeuerungen wird in der Regel eher trockener Brennstoff verwendet. Brennstofflagersilos sollten nur bis zu 30 % befüllt werden, falls sie aufgrund von Betriebsstörungen wieder entleert werden müssen. Es wird dringend empfohlen, dass die späteren Anlagenbetreiber aus Schulungsgründen während der gesamten Inbetriebnahme anwesend sind. Nach der Vor-Inbetriebnahme der Anlage müssen umfassende Systemprüfungen durchgeführt werden, um die Funktionalität jeder einzelnen Komponente, aller elektrischen Antriebe und Aktoren (inkl. Drehrichtung), der gesamten Messtechnik und der Steuerungsroutinen zu testen.

### Inbetriebnahme

Die allgemeine Inbetriebnahme eines Wärmenetzes muss mit den Wärmeverbrauchern abgestimmt werden. Während der Inbetriebnahme muss eine ausreichende Wärmeabgabe an den Verbraucher gewährleistet sein. Da die Inbetriebnahme von Biomassefeuerungen oder anderen Wärmeerzeugungsanlagen Zeit braucht, könnte der Spitzenlastkessel (falls vorhanden) oder eine gemietete mobile Heizeinheit das Verfahren unterstützen.

Während die Inbetriebnahme von kleinen Biomassekesseln recht einfach ist, benötigen industrielle Biomassefeuerungen mit feuerfester Auskleidung ein spezielles Anlaufverfahren. Sie müssen langsam und vorsichtig gemäß dem Zeit-Temperatur-Verlauf des Herstellers aufgeheizt werden, wobei hochwertiger und trockener Biomassebrennstoff zum Trocknen der feuerfesten Auskleidung und zur Überprüfung aller Systeme verwendet wird. Gleichzeitig müssen alle anderen Systeme (Brennstoffbeförderung, Ascheentsorgung, Rauchgassystem, hydraulisches/elektrisches System) in Betrieb genommen werden. Nach ausreichender Trocknung der feuerfesten Auskleidung kann die Heizleistung stufenweise erhöht werden. Abhängig von der Anlagengröße und der Anzahl der Produktionseinheiten sollten 1-4 Tage in Betracht gezogen werden und ein Inbetriebnahmeteam (Anlagenbetreiber, Regelungstechniker, Planer und erfahrene Techniker aus allen wesentlichen Anlagenbereichen) anwesend oder schnell verfügbar sein.

Die Inbetriebnahme ist abgeschlossen und die Anlage ist bereit für den Probetrieb, wenn alle aufgetretenen Störungen behoben sind und sich die Anlage im stabilen und automatischen Betriebsmodus befindet. Außerdem müssen alle Sicherheitstests und die Schulung der späteren Anlagenbetreiber abgeschlossen sein.

## Testlauf und Abnahme

Es wird dringend empfohlen, in die Lieferverträge für die wichtigsten Anlagenkomponenten detaillierte Bedingungen für einen Probelauf aufzunehmen, der je nach Größe und Komplexität der Anlage einige Tage bis einige Wochen dauern kann. Für die Dauer des Probetriebs liegt der Betrieb in der Verantwortung der Hersteller, während die späteren Anlagenbetreiber sie unterstützen und die Zeit für zusätzliche Schulungen nutzen. Während des Probetriebs werden alle Leistungstests und Emissionsmessungen gemäß den Vertragsbedingungen durchgeführt und er dient dem Nachweis der Funktionsfähigkeit der Anlage und eines ungestörten Automatikbetriebs. Auftretende Unzulänglichkeiten und Störungen sind unverzüglich zu beheben. Nach erfolgreichem Probelauf werden der Lieferumfang, die Dokumentation (inkl. Handbücher, Zertifikate, Prüf- und Messprotokolle, etc.), der Abschluss der Arbeiten (detaillierte Anlageninspektion) und die Erfüllung der Verträge abschließend überprüft und in einem Abnahmeprotokoll dokumentiert. Nach der Genehmigung (Abnahme) wird das Anlageneigentum und die Verantwortlichkeit an den Endkunden übergeben.

## Betriebsoptimierung

Selbst wenn Anlagen korrekt geplant und gebaut werden, zeigen Erfahrungen, dass der tatsächliche Betrieb einer Anlage aus verschiedenen Gründen von der Planung abweichen kann. Innerhalb der ersten 1-2 Betriebsjahre sollen durch eine kontinuierliche Überwachung und Betriebsoptimierung Mängel der Regelstrategie, der Sollwerte und unbeabsichtigte Betriebszustände (Instabilitäten, Last-/Temperaturschwankungen, hohe Emissionen, niedriger Wirkungsgrad, unzureichendes Last- und Speichermanagement usw.) aufgedeckt werden. Viele dieser Probleme lassen sich mit geringem Aufwand durch Anpassung der Anlagenregelung (Sollwerte/Parameter, allgemeine Strategie) lösen.

Grundlage für die Evaluierung ist eine funktionale Beschreibung verschiedener Betriebsarten, vordefinierte Benchmarks und Qualitätskriterien sowie ein adäquates Mess- und Datenerfassungssystem für eine umfassende Überwachung aller relevanten Betriebsparameter. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der [Info Sheet Measuring Equipment](#). Diese müssen alle während der Planungsphase eines Projekts geplant und definiert werden, wie in der [Q-Guidelines](#). Um gemeinsam mit den verantwortlichen Herstellern und dem Hauptplaner eine erfolgreiche Optimierung zu fördern, wird dringend empfohlen, finanzielle Rücklagen während der Gewährleistungszeit in den Lieferverträgen der Hauptanlagenkomponenten zu berücksichtigen und Überwachungs- und Optimierungsleistungen in den Auftrag des Planers einzubeziehen.

## 5. Anhang: Sammlung von Werkzeugen

Überblick über frei verfügbare Tools und Dokumente, die die Planung von erneuerbaren Wärmenetzen unterstützen

ScenoCalc Fernwärme (SCFW)	SCFW ist ein Berechnungswerkzeug für die Integration von Solaranlagen in Wärmenetze. Es verwendet stündliche Wetterdaten zur Berechnung der Solareinträge. Das Wärmenetz wird durch ein Lastprofil mit Stundenwerten für Last-, Vorlauf- und Rücklauftemperaturen definiert. Das Werkzeug erlaubt eine technische Bewertung mit einer gewissen Flexibilität, jedoch ohne wirtschaftliche Bewertung.  <a href="https://www.scfw.de/">https://www.scfw.de/</a>
Sunstore 4	Mit diesem Excel-basierten Machbarkeitstool können Machbarkeitsstudien für fünf verschiedene Hybridkonzepte mit 100 % EE-Quellen wie Solarkollektor, saisonaler Erdbeckenspeicher, Wärmepumpe und Biomasse-KWK (ORC) oder Solarkollektor, Kurzzeit-Wassertankspeicher und Biomassekessel durchgeführt werden. Das Tool Sunstore 4 basiert auf dem Fernwärmenetz in Marstal (Dänemark) und enthält Daten (Standardwerte) aus diesem Projekt. Das Tool kann mit anderen Randbedingungen verwendet werden, indem ein anderes Land/eine andere Region ausgewählt wird.  <a href="https://www.solar-district-heating.eu/en/tools/">https://www.solar-district-heating.eu/en/tools/</a>
Sophena	Sophena ist eine Open-Source-Software für die Planung von Heizwerken und Nahwärmenetzen. Sie bietet die Möglichkeit, die technische und wirtschaftliche Planung eines Wärmeversorgungsprojektes durchzuführen. Weitere Ergebnisse sind eine Treibhausgasbilanz und die Wärmebedarfsdichte des Netzes.  <a href="https://www.carmen-ev.de/infothek/downloads/sophena">https://www.carmen-ev.de/infothek/downloads/sophena</a>
Situationserfassung V35 (QM Heizwerke)	Dieses Excel-basierte Werkzeug kann verwendet werden, um eine Lastdauerkurve zu erhalten und verschiedene technische Standardlösungen mit Kesseln für Biomasse und fossile Brennstoffe für eine Reihe vordefinierter Randbedingungen (Standorte) zu dimensionieren.  <a href="https://www.qmholzheizwerke.at/de/situationserfassung.html">https://www.qmholzheizwerke.at/de/situationserfassung.html</a>
B4B BioHeat Profitability Assessment Tool v66	Der B4B BioHeat Rentabilitätsrechner kann für einen Vergleich der Wirtschaftlichkeit (Vor-Machbarkeitsniveau) von mittelgroßen, mit fester Biomasse und fossilen Brennstoffen befeuerten Biomasseheizwerken verwendet werden. Der Anwendungsbereich erstreckt sich auf Biomasseheizwerke mit und ohne Fernwärmenetze in einem Leistungsbereich von 0,1 bis 20 MW.  <a href="https://www.energyagency.at/fakten-service/register.html">https://www.energyagency.at/fakten-service/register.html</a>
Netzverlustberechnung (QM Heizwerke)	Mit diesem Werkzeug kann eine Abschätzung der Wärmeverluste des Fernwärmenetzes vorgenommen werden. Es werden die Gesamtröhlänge pro Durchmesser und andere relevante Daten wie z. B. Netztemperaturen angegeben.  <a href="http://www.qmholzheizwerke.ch">www.qmholzheizwerke.ch</a>

<p>Berechnungstool Fernwärme</p>	<p>Dieses Excel-basierte Tool führt eine technische und wirtschaftliche Bewertung für eine bestimmte Rohrlänge und Betriebsbedingungen für verschiedene Rohrdurchmesser durch. Es gibt damit einen guten Überblick über den Einfluss des Rohrdurchmessers auf die jährlichen Kosten.</p> <p><a href="http://www.verenum.ch/Dokumente/FW_Tool_DN-Sensi_V1.0_Web.xlsx">http://www.verenum.ch/Dokumente/FW_Tool_DN-Sensi_V1.0_Web.xlsx</a></p>
<p>TABULA / EPISCOPE</p>	<p>Im Rahmen von TABULA und dem Nachfolgeprojekt EPISCOPE wurden Wohngebäudetopologien für 13 europäische Länder entwickelt. In Anlehnung an die in EN ISO 13790 beschriebene saisonale Methode wurde für jede dieser Gebäudetopologien der Energiebedarf für Raumheizung und Warmwasserbereitung berechnet. Die Werte für den spezifischen Wärmebedarf können direkt aus dem Webtool oder mit Hilfe der Excel-Arbeitsmappe "TABULA.xls" ermittelt werden.</p> <p><a href="http://episcope.eu/welcome/">http://episcope.eu/welcome/</a></p>
<p>Heizkostenvergleich</p>	<p>Dieses Tool berechnet vereinfacht die jährlichen Heizkosten verschiedener Versorgungskonzepte (z. B. Gasheizkessel, Wärmepumpe) von privaten Verbrauchern. Es gibt einen Überblick über die Nahwärmepreise ("Wettbewerb"), wenn ein Wärmenetz in Betracht gezogen/geplant wird.</p> <p><a href="http://www.qmholzheizwerke.ch">www.qmholzheizwerke.ch</a></p>
<p>Wirtschaftlichkeitsrechnung (QM Heizwerke)</p>	<p>Mit dem Tool kann eine dynamische wirtschaftliche Bewertung von Biomasse-Fernwärmeanlagen-Projekten durchgeführt werden.</p> <p><a href="http://www.qmholzheizwerke.ch">www.qmholzheizwerke.ch</a></p>
<p>Wärmebedarfsabschätzung - Anhang zu diesen Planungsrichtlinien</p>	<p>Dieses Dokument fasst einige relevante Datenquellen (Tools, Datenbanken) und einfache Methoden zur Abschätzung des jährlichen Wärmebedarfs von Gebäuden zusammen. Es gibt eine kurze Beschreibung von GIS-Werkzeugen und welche Daten damit leicht abgerufen werden können (siehe Kapitel 1.1), zeigt eine Datenbank mit Werten des jährlichen Wärmebedarfs, die hauptsächlich auf Gebäudetopologien und dem Baujahr basieren (siehe Kapitel 1.2), einfache Berechnungsmethoden auf der Grundlage von Gradtagzahl-Messungen (siehe Kapitel 1.3) und eine Zusammenfassung vorgeschlagener Werte für den Wärmebedarf für Warmwasserbedarf aus verschiedenen Datenquellen.</p> <p><a href="https://www.interreg-central.eu/Content.Node/ENTRAIN.html">https://www.interreg-central.eu/Content.Node/ENTRAIN.html</a></p>
<p>Fragebogen Anschlußdaten eines Wärmeabnehmers (QM Heizwerke)</p>	<p>Dieser Fragebogen enthält die meisten der für die Planung eines Wärmenetz notwendigen Informationen von potentiellen Wärmeabnehmern in strukturierter Form.</p> <p><a href="http://www.qmholzheizwerke.ch">www.qmholzheizwerke.ch</a></p>

**Tabelle 5: Überblick frei verfügbarer GIS-Werkzeuge, die bei der Durchführung einer Machbarkeitsvorstudie hilfreich sein können**

Pan-European Thermal Atlas 4 (Peta4)	Der Peta4 ist eine Online-Karte, die im Rahmen der Heat Roadmap Europe 4 (HRE4) erstellt wurde, deren Hauptziel die Kartierung relevanter Informationen für den Wärme- und Kältemarkt ist. Sie enthält Informationen über den Wärme- und Kältebedarf sowie über das vorhandene Potenzial an überschüssigen und erneuerbaren Wärmequellen.  <a href="https://heatroadmap.eu/peta4/">https://heatroadmap.eu/peta4/</a>
THERMOS	THERMOS ist eine kostenlose Open-Source-Software, die darauf ausgerichtet ist, lokalen Behörden auf Gebäudeebene Daten für die optimale Auslegung neuer oder erweiterter Fernwärmesysteme zur Verfügung zu stellen. Die Software enthält Daten über den Wärmebedarf auf Gebäudeebene, die zur Identifizierung von Gebieten mit hoher Bedarfsdichte verwendet werden können. Basierend auf den definierten ökologischen, ökonomischen und technischen Randbedingungen kann das Tool ein optimales Wärmesystem für das ausgewählte Gebiet berechnen.  <a href="https://www.thermos-project.eu/home/">https://www.thermos-project.eu/home/</a>
Hotmaps	Das Hauptziel des Hotmaps-Projekts ist die Entwicklung einer Open-Source-Toolbox für die Kartierung und Planung von Heiz-/Kühlanlagen sowie die Bereitstellung von Standarddaten für die EU28 auf nationaler und lokaler Ebene. Die Hotmaps-Toolbox ist bereits verfügbar und enthält Daten in verschiedenen Auflösungen, wobei ein Hektar das feinste Rasterelement und national das größte ist. Eine nützliche Option des Werkzeugs ist die Möglichkeit, bestimmte Gebiete (z. B. Hektarzellen oder Regionen) auszuwählen und eine Zusammenfassung der Ergebnisse für die Auswahl zu erhalten  <a href="https://www.hotmaps.hevs.ch/map">https://www.hotmaps.hevs.ch/map</a>
Energieholz Kenndatenkalkulation	Das Berechnungswerkzeug ermöglicht eine schnelle Umrechnung zwischen gängigen volumen- oder gewichtsbezogenen Biomasse-Brennstoffpreisen. Die wesentlichen Kenndaten für verschiedene Energieholzsortimente können schnell ermittelt und die Sortimente miteinander verglichen werden. Die wirtschaftliche Bewertung beschränkt sich auf die Ermittlung der Brennstoffkosten. Version 1.9 ist nur in Deutsch verfügbar, Version 1.8 ist in 10 verschiedenen Sprachen verfügbar.  <a href="https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/energieholz/werkzeuge-und-hilfsmittel/kenndatenkalkulation.html">https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/energieholz/werkzeuge-und-hilfsmittel/kenndatenkalkulation.html</a>
PLANHEAT	Dieses Simulationswerkzeug wurde geschaffen, um lokale Behörden bei der Auswahl, der Simulation und dem Vergleich alternativer kohlenstoffarmer und wirtschaftlich nachhaltiger Szenarien für Heizung und Kühlung zu unterstützen.  <a href="http://planheat.eu/tool-download">http://planheat.eu/tool-download</a>

## 6. Quellenangaben

Accelerating the development of low-carbon heating & cooling networks. Capacity Building and Train-the-trainer programme Module 2: Energy System Mapping and Modelling with THERMOS. (n.d.).

COMMISSION REGULATION (EC) No 105/2007. (2007). Official Journal of the European Union, 1-37. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0105&from=EN>

Eurostat database. (n.d.).

Forest, Intelligent Energy Europe, A guide to specifying biomass heating systems from: [https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/forest\\_guide\\_for\\_designers\\_and\\_architects\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/forest_guide_for_designers_and_architects_en.pdf)

Good, J., Biedermann, F., Bühler, R., Bunk, H., Rudolf Gabathuler, H., Hammerschmid, A., ... Rakos, C. (2008). QM-Planungshandbuch. (C. A. R. M. E. . e. V. Straubing, Ed.) (2nd ed.).

Hotmaps project. (n.d.). Retrieved 1 August 2019, from <https://www.hotmaps-project.eu/>

Heat Network Partnership for Schotland, District Heating Strategy Factsheets, from: <https://districtheatingscotland.com/resources/>

Hotmaps toolbox. (n.d.). Retrieved 1 August 2019, from <https://www.hotmaps.hevs.ch/map>

IEE Project EPISCOPE. (n.d.). Retrieved 24 July 2019, from <http://episcope.eu/iee-project/episcope/>

IEE Project TABULA. (n.d.). Retrieved 24 July 2019, from <http://episcope.eu/iee-project/tabula/>

Kalogirou, S. (2014). Solar Space Heating and Cooling. In Solar Energy Engineering (pp. 323-395). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397270-5.00006-6>

Krimmling, J. (2011). Energieeffiziente Nahwärmesysteme Grundwissen, Auslegung, Technik für Energieberater und Planer. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Loga, T., & Diefenach, N. (2013). TABULA Calculation Method - Energy Use for Heating and Domestic Hot Water -. Institut Wohnen und Umwelt GmbH.

Mourshed, M. (2012). Relationship between annual mean temperature and degree-days. Energy and Buildings, 54, 418-425.

INTERREG CE ENTRAIN (2020) Guidelines for the Evaluation of Renewable Heat Potential [www.interreg-central.eu/ENTRAIN](http://www.interreg-central.eu/ENTRAIN)

Offermann, M., Manteufel vfel, von, B., Hermelink, A., John, A., Ahrens, C., Jahnke, K., & Zastrau, K. (2017). Nutzenergiebedarf für Warmwasser in Wohngebäuden. Bonn. Retrieved from [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2017/bbsr-online-17-2017-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2017/bbsr-online-17-2017-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2)

Pan-European Thermal Atlas 4.3. (n.d.). Retrieved 1 August 2019, from <https://heatroadmap.eu/peta4/>

Persson, U., Möller, B., & Wiechers, E. (2015). Methodologies and assumptions used in the mapping (D2.3).

Persson, U., Möller, B., Wiechers, E., & Rothballer, C. (2015). Maps Manual for Lead-Users (D2.4).

TABULA WebTool. (n.d.). Retrieved 1 August 2019, from <http://webtool.building-typology.eu/#sd>

Winter, W., Haslauer, T., & Obernberger, I. (2001). Untersuchungen der Gleichzeitigkeit in kleinen und mittleren Nahwärmenetzen. Euroheat & Power, 1-17.